

Проверен в 1989г.
Срок действия
продлен до 01.07.93г.
В запасе не находится



5

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

с 1.07.80.

34

28.01.80

МИКРОСБОРКИ КОРПУСНЫЕ.

КОНСТРУИРОВАНИЕ

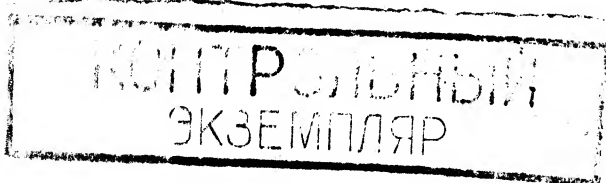
Обеспечение тепловых режимов

ОСТ 4 ГО.073.203

Редакция 1-79

Проверен в 1984г. Срок действия продлен
до 1 июля 1990г.

Издание официальное



1979

Заменен РД 104.460 009.009-91

(указ. 95г.)

УДК 621.3.049.77.017.7.001.2:681.3

ИНВ. № 0679
Группа 302
СКЗ М 9.01.10805

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

МИКРОСБОРКИ КОРПУСНЫЕ.

ОСТ 4 ГО.073.203

КОНСТРУИРОВАНИЕ

Редакция I-79

Обеспечение тепловых

режимов

Директивным письмом организации п/я Г-4227 от "25" мая 1979 г. № 017-107/4/986 срок действия установлен с 1 июля 1980 г. до 1 июля 1985 г.

Настоящий стандарт распространяется на корпусные микро-сборки по ОСТ 4 ГО.010.214. *ОСТ 104.460084.200-88*

Стандарт устанавливает совокупность требований, выполнение которых при проектировании топологии обеспечивает заданный тепловой режим, а также методику расчета температур элементов и компонентов микросборок.

Основные термины стандарта соответствуют ГОСТ 17021-75.

Издание официальное

ГР 8224299
от 24.10.81

Перепечатка воспрещена

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.1. Обеспечение заданного теплового режима микросборки при проектировании осуществляют после выбора конструктивно-технологического исполнения по черт. I в следующей последовательности:

оценивают тепловой режим микросборки на этапе эскизного проектирования;

устанавливают требования к разработке топологии, при соблюдении которых обеспечивается заданный тепловой режим микросборки;

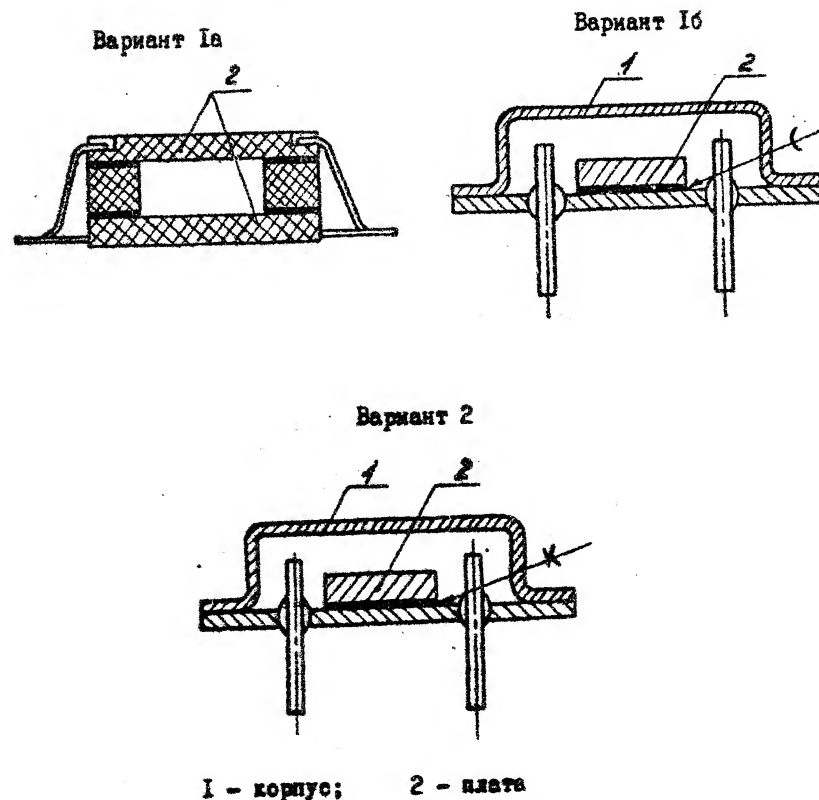
рассчитывают температуры элементов и компонентов микросборки по программе, приведенной в обязательном приложении I, или по методике, приведенной в разделе 4; погрешность расчета температур элементов и компонентов микросборки по методике, приведенной в разделе 4, до 15%, по программе, приведенной в ~~обязательном~~ ^{рекомен-} приложении I, до 10%.

I.2. Исходными данными для оценки теплового режима микросборки являются:

вариант конструктивно-технологического исполнения микросборки, определяемый в зависимости от способа крепления платы к корпусу (см. черт. I);

обозначение типовой конструкции корпуса микросборки или

Конструктивно-технологическое
исполнение микросборок



Черт. I

типовой сборки по ОСТ4 ГО.010.214 (табл. I);

толщина платы h_n , м;

толщина слоя клея между платой и корпусом микросборки h_k .

коэффициент теплопроводности материала платы λ_n , Вт/(м·°C). (значения λ_n по ОСТ4 ГО.010.214);

коэффициент теплопроводности клея λ_k , Вт/(м·°C) (значения λ_k по ОСТ4 ГО.029.204);

суммарная мощность, рассеиваемая микросборкой, P , Вт;

температура корпуса микросборки t_k , °C.

Примечание. В технически обоснованных случаях допускается рассчитывать температуру корпуса микросборки t_k по формуле

$$t_k = t_3 - K_3 \cdot P, \quad (I)$$

где t_3 - температура поверхности микросборки по ОСТ4 ГО.012.032;

K_3 - коэффициент, учитывающий неизотермичность поверхности микросборки (табл. I), °C/Вт.

площадь платы микросборки S_n , м²;

максимально допустимая температура пленочных резисторов

$t_{\max \text{ доп}}$, °C;

максимально допустимая температура компонента $t_{\max \text{ доп}i}$, °C;

мощность, рассеиваемая компонентом, P_{ni} , Вт;

тепловое сопротивление компонент-плата микросборки R_{tki} , °C/Вт;

размеры компонента с прямоугольным основанием L_{xni}, L_{yni} , м;

Таблица I

Обозначение типовой конструкции корпуса или сборки	λ_n , Вт/(м.°C)	Значения коэффициентов, °C/Вт		
		K_1	K_2	K_3
151.15, 151.21,	1,46	29	11,0	7,5
152.15, 152.21	$\geq 13,40$	17	5,1	
153.15, 153.17,	1,46	27	8,2	7,5
153.23, 154.15,	$\geq 13,40$	18	4,7	
154.17, 154.23				
155.15, 155.23,	1,46	22	6,9	7,0
155.29, 156.15,	$\geq 13,40$	17	4,6	
156.23, 156.29				
157.29, 158.29	1,46	24	7,1	4,5
	$\geq 13,40$	19	5,3	
159.49, 160.49	1,46	27	7,4	4,5
	$\geq 13,40$	22	6,1	
422-48-1,	$\geq 13,40$	17	5,0	-
422-48-2,				
422-48-3				

размеры компонента с круглым основанием, приведенным к равновеликому квадрату, l_{xni} и l_{yni} , определяемые по формуле

$$l_{xni} = l_{yni} = 0,886 \cdot D_{ni}, \quad (2)$$

где D_{ni} - диаметр основания компонента, м.

1.3. Исходными данными для определения требований к разработке топологии микросборки, при соблюдении которых обеспечивается заданный тепловой режим, и для расчета температур элементов и компонентов микросборки являются:

данные, приведенные в п.1.2; *ОСТ 102.460084-200-88*

варианты установки компонентов по *ОСТ4 ГО.010.049*;

количество элементов и компонентов в микросборке N ;

длина и ширина платы микросборки DX и DY , м;

мощность, рассеиваемая элементом или компонентом микросборки, P_i , Вт;

координаты центра элемента или компонента микросборки (черт.2) X_i , Y_i , м;

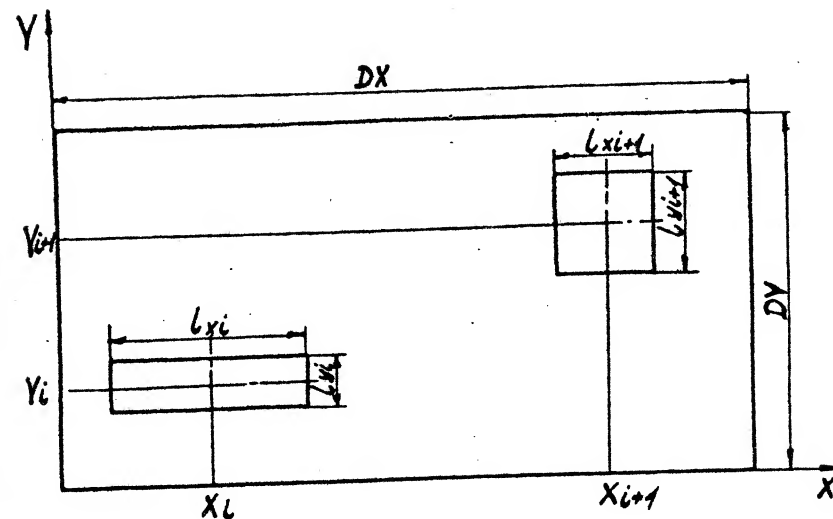
размеры элемента или компонента микросборки с прямоугольным основанием (см.черт.2) l_{xi} , l_{yi} , м;

размеры элемента или компонента микросборки с круглым основанием, приведенным к равновеликому квадрату, l_{xi} , l_{yi} , определяемые по формуле

$$l_{xi} = l_{yi} = 0,886 \cdot D_i, \quad (3)$$

где D_i - диаметр основания элемента или компонента микросборки, м.

Определение координат центров и размеров элементов и компонентов микросборки



Черт. 2

2. ОЦЕНКА ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА МИКРОСБОРОК

2.1. Определяют коэффициент Γ_T по формулам:
для конструкций вариантов Ia, Ib (см. черт. I)

$$\Gamma_T = \frac{h_n}{\lambda_n} ; \quad (4)$$

для конструкций варианта 2 (см. черт. I)

$$\Gamma_T = \frac{h_n}{\lambda_n} + \frac{h_k}{\lambda_k} . \quad (5)$$

2.2. Оценивают максимальную температуру поверхности микросборки $t_{эmax}$ по формуле

$$t_{эmax} = t_k + \rho \cdot [K_1 + K_3 - K_2 \cdot \lg(S_n \cdot 10^5)] , \quad (6)$$

где K_1, K_2, K_3 - коэффициенты, учитывающие неизотермичность поверхности микросборки (табл. I), °C/Вт.

Примечание. Для конструкций варианта Ia (см. черт. I) за величину S_n принимают суммарную площадь обеих плат, используемую для размещения элементов и компонентов микросборки.

2.3. Оценку максимально допустимой удельной мощности рассеяния на поверхности платы при произвольном размещении элементов и компонентов микросборки W_0' производят по формуле

$$W_0' = \min \left\{ \frac{t_{kmaxдоп} - t_{эmax}}{\Gamma_T} , \frac{t_{kmaxдопi} - t_{эmax} - \Delta V_{ni}}{\Gamma_T} \right\} , \quad (7)$$

где

$$\Delta V_{ni} = \max \{ \Delta V_{ni} \} , \quad (8)$$

ΔV_{ni} - перепад температур на тепловом сопротивлении компонент-плата микросборки i -го компонента,

$$\Delta V_{ni} = P_{ni} \cdot R_{TKi} . \quad (9)$$

2.4. Определяют максимальную удельную мощность рассеяния на основании компонентов W_{nmax} по формуле

$$W_{nmax} = \max_i \left\{ \frac{P_{ni}}{L_{xni} \cdot L_{yni}} \right\} . \quad (10)$$

2.5. Если $W_{nmax} \leq W_0'$ и при проектировании топологии максимально допустимая удельная мощность рассеяния пленочных резисторов W_{Rmax} выбрана из условия $W_{Rmax} \leq W_0'$, то заданный тепловой режим обеспечивается при произвольном размещении элементов и компонентов микросборки.

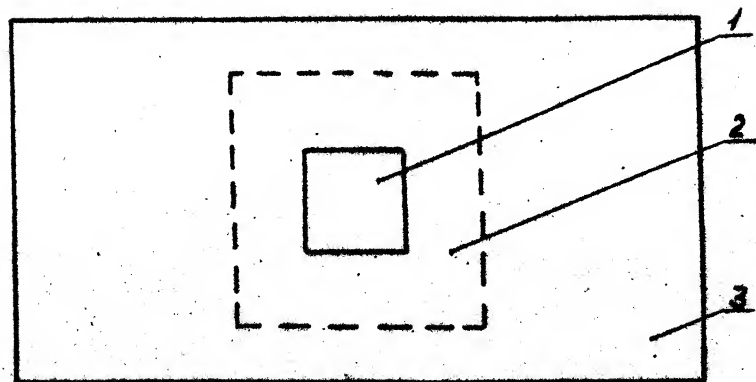
2.6. Если $W_{nmax} > W_0'$ или (и) $W_{Rmax} > W_0'$, то для обеспечения заданного теплового режима необходимо руководствоваться требованиями раздела 3.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ ТОПОЛОГИИ

3.1. Для обеспечения заданного теплового режима при $W_{nmax} > W_0'$ или (и) $W_{Rmax} > W_0'$ необходимо определить максимально допустимую удельную мощность рассеяния на поверхности платы W_0'' при наличии зон защиты (черт. 3) и определить размеры зон защиты (черт. 4).

Примечание. Зоны защиты - это свободные от тепловыделяющих элементов и компонентов части поверхности платы, окружающие один или несколько компонентов микросборки и предназначенные для ослабления теплового влияния на них остальных элементов и компонентов микросборки.

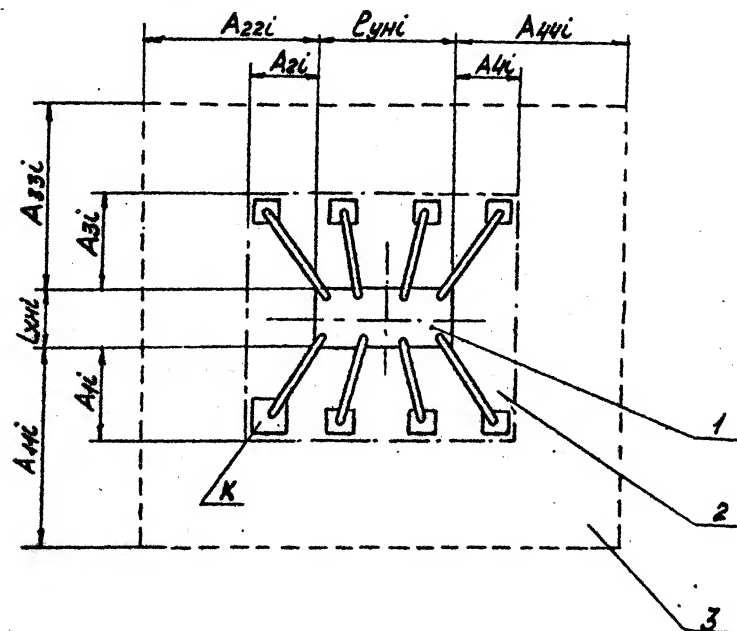
Зона защиты компонента



1 - компонент; 2 - область на плате, занимаемая зоной защиты; 3 - область расположения тепловыделяющих элементов и компонентов

Черт. 3

Схема расположения зоны защиты i -го компонента



1 - компонент; 2 - установочное место компонента на плате; 3 - зона защиты; К - "ключ";

L_{xni}, L_{yni} - размеры компонента, ориентированные относительно "ключа";

$A_{2i}, A_{22i}, A_{3i}, A_{4i}$ - расстояния от границ i -го компонента до границ установочного места;

$A_{ni}, A_{22i}, A_{33i}, A_{44i}$ - размеры зоны защиты

Черт. 4

3.2. Рассчитывают величину W_0' по программе, приведенной в ^{рекомендуемом} обязательном приложении 2.

3.3. Выбирают величину максимально допустимой удельной мощности рассеяния пленочных резисторов W_{max} из условия $W_{\text{max}} \leq W_0''$.

3.4. Выбирают по ~~ОСТ4 ГО.010.043~~ ²²⁰ варианты установки компонентов на плату.
~~ОСТ 104.460084.220-88~~

3.5. Определяют расстояния от границ i -го компонента до границ установочного места этого компонента на плате $A_{1i}, A_{2i}, A_{3i}, A_{4i}$ (см. черт 4) в последовательности от "ключа" по часовой стрелке.

Примечание. Под установочным местом понимается область, включающая в себя компонент и его контактные площадки.

3.6. Рассчитывают размеры зоны защиты i -го компонента $A_{1i}, A_{2i}, A_{3i}, A_{4i}$ в последовательности от "ключа" по часовой стрелке (см. черт. 4) при выбранной W_{max} по программе, приведенной в ^{рекомендуемом} обязательном приложении 2.

3.7. Заданный тепловой режим микросборки обеспечен, если при проектировании топологии взяты размеры зон защиты, равные или превышающие значения, рассчитанные по п.3.6, и выполнено условие $W_{\text{max}} \leq W_0''$.

3.8. Если требования п.3.7 не выполнены, то необходимо проверить соответствие температур элементов и компонентов микросборки t_i заданному тепловому режиму

$$t_i \leq t_{i\text{max доп}},$$

где t_i - температура i -го элемента или компонента микросборки, рассчитываемая по программе, приведенной в ~~обязательном~~ ^{рекомендуемом} приложении I, или по методике, приведенной в разделе 4;

$t_{i\max\text{ доп}}$ - максимально допустимая температура i -го элемента или компонента, °C.

3.9. Если условие (II) не выполняется, то необходимо откорректировать $W_{R\max}$ в соответствии с п.3.3, после чего произвести повторный расчет размеров зон зашиты по п.3.6.

3.10. Пример обеспечения теплового режима микросборки приведен в справочном приложении 10.⁹

4. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУР ЭЛЕМЕНТОВ И КОМПОНЕНТОВ МИКРОСБОРОК

4.1. Приведенная методика предназначена для расчета температур элементов и компонентов, расположенных на поверхности платы микросборки.

4.2. Выбирают по табл. 2 и справочным приложениям 3-7 график для определения функции зависимости FA от q и r или строят его в соответствии с массивом значений функции FA , рассчитанным по программе, приведенной в обязательном приложении 8, если параметры платы и клея отличаются от приведенных в табл. 2.

Таблица 2

Варианты конструктивно-технологического исполнения (см. черт. I)	$h_n \cdot 10^3, \text{м}$	$\lambda_n, \text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$	$h_k \cdot 10^3, \text{м}$	$\lambda_k, \text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$	Номер приложения
Ia	1,2	13,40	-	-	2
Iб	0,5	29,20	-	-	3
2	0,6	1,46	0,2	0,30	4
				$\geq 0,65$	5
				0,90	6
	0,5	13,40			

4.3. Для каждого тепловыделяющего элемента и компонента определяют величины S_{oi}, W_{oi}, W_i по формулам:

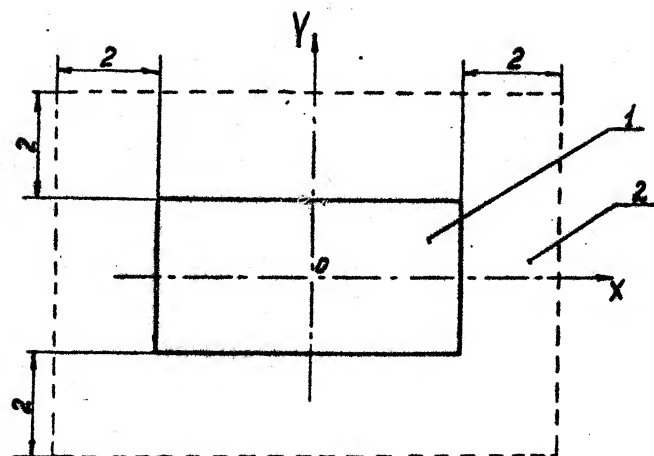
$$S_{oi} = \frac{L_{xi}}{2}; \quad W_{oi} = \frac{L_{yi}}{2}; \quad (I2)$$

$$W_i = \frac{P_i}{L_{xi} \cdot L_{yi}}. \quad (I3)$$

4.4. На чертеже топологии микросборки для каждого тепловыделяющего элемента и компонента на расстоянии 2 мм от его границ вычерчивают зону влияния данного элемента или компонента на соседние (черт.5).

4.5. Для каждого тепловыделяющего элемента и компонента определяют величину U'_i ,

Зона влияния тепловыделяющего элемента или компонента



1 - тепловыделяющий элемент или компонент;
2 - зона влияния

Черт.5

$$\dot{V}_i' = W_i \cdot FA(S_{oi}, \omega_{oi}), \quad (14)$$

где $FA(S, \omega) = FA(q, r)$ при $q = \min\{S, \omega\}, r = \max\{S, \omega\}$. (15)

4.6. Для каждого тепловыделяющего элемента и компонента, зоны влияния которых более чем на 0,001 м выходят за края платы (черт.6), определяют величину \dot{V}_i''

$$\dot{V}_i'' = 0,5 \cdot W_i \cdot \left[\pm \sum_{m=1}^2 \operatorname{sgn}(S_{mi}) \cdot FA(|S_{mi}|, \omega_{oi}) \pm \sum_{n=1}^2 \operatorname{sgn}(\omega_{ni}) \cdot FA(S_{oi}, |\omega_{ni}|) + 0,5 \cdot \sum_{m=1}^2 \sum_{n=1}^2 \operatorname{sgn}(S_{mi} \cdot \omega_{ni}) \cdot FA(|S_{mi}|, |\omega_{ni}|) \right], \quad (16)$$

где sgn — знак (сигнум) α ,
 α — аргумент функции sgn .

$$\operatorname{sgn}(\alpha) = \begin{cases} +1 & \text{при } \alpha > 0 \\ 0 & \text{при } \alpha = 0 \\ -1 & \text{при } \alpha < 0, \end{cases} \quad (17)$$

$$S_{mi} = S_{oi} + (-1)^{m+1} \cdot (2B_{2i} + 2S_{oi}), \quad (18)$$

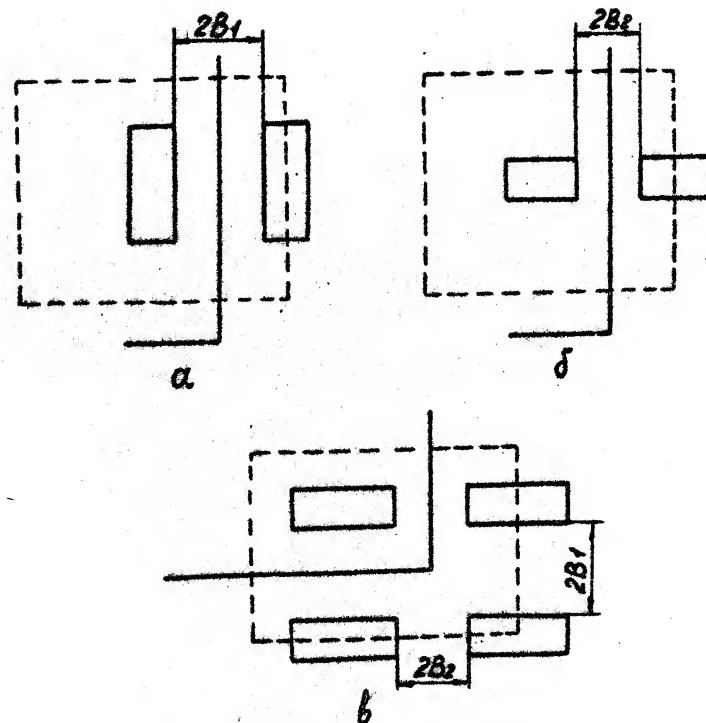
$$\omega_{ni} = \omega_{oi} + (-1)^{n+1} \cdot (2B_{2i} + 2\omega_{oi}), \quad (19)$$

B_{1i}, B_{2i} — расстояния от края i -го элемента или компонента до края платы (см.черт.6).

В формуле (16) знак "минус" соответствует конструкциям варианта 1а (см.черт.1), а остальным конструкциям соответствует знак "плюс".

Примечание. Если $B_{2i} > (0,002 - \omega_{oi})/2$, то достаточно рассчитать первый член в формуле (16), если $B_{1i} > (0,002 - S_{oi})/2$ — второй, а если выполняются оба неравенства, то $\dot{V}_i'' = 0$.

К расчету величины \dot{V}_i''



Зона влияния показана пунктиром

Черт. 6

4.7. Для каждого i -го тепловыделяющего элемента и компонента определяют перегревы ϑ_{ij} , создаваемые им на остальных j -х элементах и компонентах микросборки.

4.7.1. Если i -й и j -й элементы или компоненты имеют общую область на поверхности платы (черт. 7 а), тогда $\vartheta_{ij} = \vartheta_i'$, где ϑ_i' определяется по формуле (14).

4.7.2. Если центр j -го элемента или компонента входит в зону влияния i -го элемента или компонента (черт. 7 б) и $W_i/W_j < 2$, тогда ϑ_{ij} определяют по формуле

$$\vartheta_{ij} = 0,25 \cdot W_i \cdot \sum_{m=1}^2 \sum_{n=1}^2 \operatorname{sgn}(s_{mi}' \cdot \omega_{ni}') \cdot FA(|s_{mi}'|, |\omega_{ni}'|), \quad (20)$$

где $s_{mi}' = s_{oi} + (-1)^{m+1} / |X_{uij}|,$ (21)

$$\omega_{ni}' = \omega_{oi} + (-1)^{n+1} / |Y_{uij}|, \quad (22)$$

X_{uij}, Y_{uij} - определяются по черт. 7.

4.7.3. Если j -й элемент или компонент входит в зону влияния i -го элемента или компонента (черт. 7 в) и $W_i/W_j \geq 2$, тогда

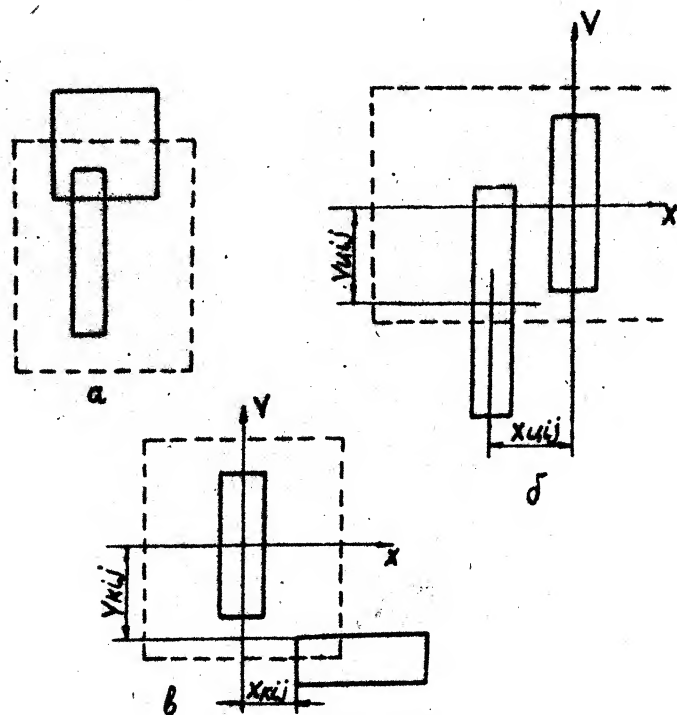
$$\vartheta_{ij} = 0,25 \cdot W_i \cdot \sum_{m=1}^2 \sum_{n=1}^2 \operatorname{sgn}(s_{mi}'' \cdot \omega_{ni}'') \cdot FA(|s_{mi}''|, |\omega_{ni}''|) - 0,12 \vartheta_j', \quad (23)$$

где $s_{mi}'' = s_{oi} + (-1)^{m+1} / |X_{kij}|,$ (24)

$$\omega_{ni}'' = \omega_{oi} + (-1)^{n+1} / |Y_{kij}|, \quad (25)$$

X_{kij}, Y_{kij} - определяются по черт. 7.

Определение $X_{uij}, Y_{uij}, X_{kij}, Y_{kij}$ j -х элементов и компонентов, находящихся в зоне влияния тепловыделяющего i -го элемента или компонента



Черт. 7

4.7.4. В остальных случаях $\bar{v}_{ij} = 0$.

4.8. Определяют перегревы \bar{v}_{ij} элементов и компонентов микросборки, вызванные тепловым влиянием других элементов и компонентов.

4.8.1. Если j -й элемент или компонент не входит в зоны влияния остальных элементов и компонентов, то $\bar{v}_{ij} = 0$.

4.8.2. Если центр j -го элемента или компонента входит в одну или несколько зон влияния (в зону влияния группы) i -х элементов и (или) компонентов (черт.8 а), у которых $W_i/W_j < 2$, или любая часть j -го элемента или компонента входит в зону влияния группы i -х элементов и (или) компонентов (черт. 8 б), у которых $W_i/W_j \geq 2$, тогда за величину \bar{v}_{ij} принимает сумму \bar{v}_{ikj}

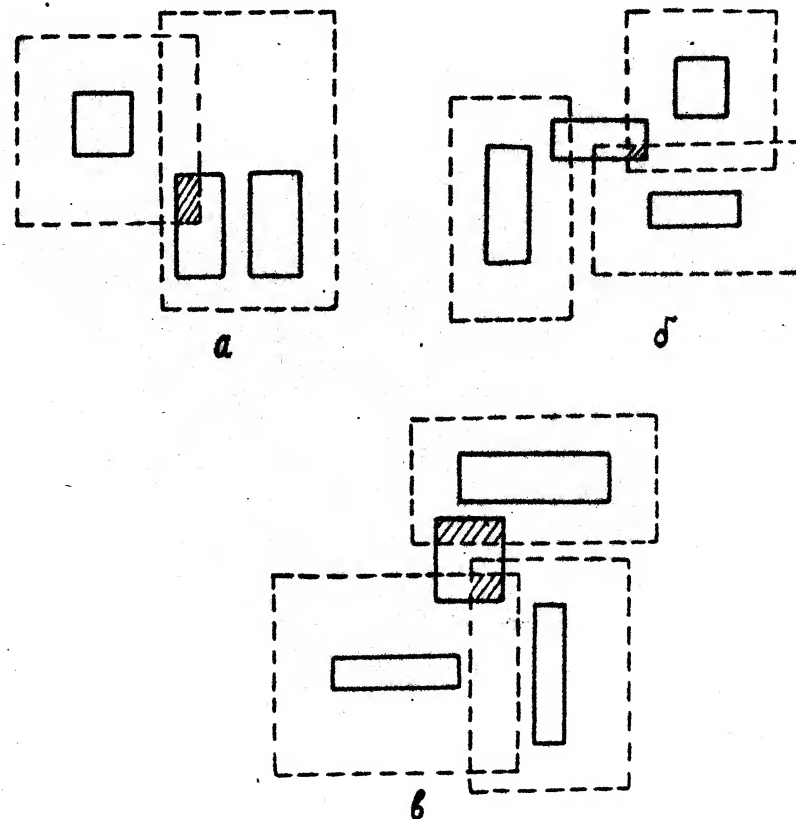
$$\bar{v}_{ij} = \sum_{k=1}^n \bar{v}_{ikj}, \quad (26)$$

где i_k - индекс влияющего элемента или компонента,

n - количество влияющих элементов и компонентов.

4.8.3. Если различные части j -го элемента или компонента входят в зоны влияния нескольких групп i -х элементов и (или) компонентов (черт. 8 в), тогда для каждой части j -го элемента или компонента, входящей в зону влияния одной группы i -х элементов и (или) компонентов, определяет величину \bar{v}_{ij} по п.4.8.2 и наибольшее из этих значений принимает за \bar{v}_{ij} .

Варианты наложения зон влияния



Черт. 8

4.9. Определяют величину $t_{эmax}$ по формуле

$$t_{эmax} = t_k + \rho \cdot [K_1 + K_3 - K_2 \cdot \lg(S_n \cdot 10^6)], \quad (27)$$

где S_n - суммарная площадь, занимаемая на поверхности платы тепловыделяющими элементами и компонентами,

K_1, K_2, K_3 - коэффициенты, определяемые по табл. I.

4.10. Температуры элементов и компонентов микросборки t_i определяют по следующим формулам:

для нетепловыделяющих элементов

$$t_i = t_{эmax} + \vartheta_{ij}; \quad (28)$$

для тепловыделяющих элементов

$$t_i = t_{эmax} + \vartheta_i' + \vartheta_i'' + \vartheta_{ij}; \quad (29)$$

для компонентов

$$t_i = t_{эmax} + \vartheta_i' + \vartheta_i'' + \vartheta_{ij} + \Delta \vartheta_{ni}. \quad (30)$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 9
Справочное

Пример обеспечения теплового
режима микросборки при проектировании

Исходными данными для оценки теплового режима микросборки (см. п.1.2 стандарта) являются:

вариант конструктивно-технологического исполнения микросборки 2;

обозначение типовой конструкции корпуса микросборки 153.15;

толщина платы $h_n = 0,6 \cdot 10^{-3}$ м;

толщина слоя клея между платой и корпусом микросборки $h_k = 0,2 \cdot 10^{-3}$ м;

коэффициент теплопроводности платы $\lambda_n = 1,46$ Вт/(м °С);

коэффициент теплопроводности клея $\lambda_k = 0,65$ Вт/(м °С);

суммарная мощность, рассеиваемая в микросборке,
 $P = 0,565$ Вт;

температура корпуса микросборки $t_k = 80,8^{\circ}\text{C}$; ③

площадь платы $S_n = 248 \cdot 10^{-6}$ м²;

максимально допустимая температура пленочных резисторов
 $t_{\text{max доп}} = 150^{\circ}\text{C}$;

размеры, мощности и максимально допустимые температуры
 $t_{\text{max доп}}$ компонентов приведены в табл. I.

Таблица I

Пози- цион- ное обоз- наче- ние компо- нента	Наименование компонента и номер ТУ	Размеры ком- понента, м · 10 ³		Мощ- ность рас- сея- ния ком- понента, Р _н , Вт	Тепловое со- противле- ние ком- понента R _{тк1} , °С/Вт	Макси- мально до- пус- тимая тем- пература t _{max доп} , °С
		l _{хн}	l _{уn}			
VI	2Т205А,Б, ЩИЗ.365.010ТУ	1,25	1,25	0,040	100	135
V2	КТ202, ЩИЗ.365.034ТУ	0,83	0,83	0,015	150	125
V3	2Т364А ЩИЗ.365.060ТУ	3,00	1,00	0,030	125	125

Величины $t_{\text{max доп}}$ определены из технических условий на компоненты. Тепловое сопротивление компонент-плата микросборки - сумма теплового сопротивления собственно компонента $R_{тк1}$ и теплового сопротивления между компонентом и платой микросборки $R_{тк2}$. Величины $R_{тк1}$, определенные из технических условий на компоненты, приведены в табл. I. Величина $R_{тк2}$ определялась как отношение толщины слоя материала, крепящего компонент к плате ($h_{кн}$), к произведению коэффициента теплопроводности материала крепления ($\lambda_{кн}$) на площадь основания компонента ($l_{хн} \cdot l_{уn}$).

Транзистор V I припаивается к плате ($\lambda_{\text{кн}} = 0,2 \cdot 10^{-3}$ м; $\lambda_{\text{кн}} = 50$ Вт/(м·°C)). Транзисторы V2, V3 приклеиваются к плате ($\lambda_{\text{кн}} = 0,2 \cdot 10^{-3}$ м; $\lambda_{\text{кн}} = 0,3$ Вт/(м·°C)).

Результаты расчета тепловых сопротивлений компонент-плата микросборки $R_{\text{тк}}$ приведены в табл. 2.

Таблица 2

Позиционное обозначение компонента	Тепловое сопротивление компонент-плата микросборки $R_{\text{тк}}$, °C/Вт	Перепад температур $\Delta T_{\text{н}}$, °C	Удельная мощность рассеяния на основании компонента $W_{\text{н}}$, Вт/м ² ·10 ⁴
VI	102	4,08	2,6
V2	1118	16,77	2,2
V3	347	10,41	1,0

Проводят оценку теплового режима микросборки в соответствии с разделом 2 стандарта.

Определяют коэффициент $\Gamma_{\text{т}}$ по формуле (5) стандарта

$$\Gamma_{\text{т}} = \frac{0,6 \cdot 10^{-3}}{1,46} + \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{0,65} = 0,72 \cdot 10^{-3} \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт.}$$

Определяют коэффициенты, учитывающие неизоотермичность поверхности микросборки, по табл. 1 стандарта:

$$K_1 = 27^\circ\text{C/Вт}; \quad K_2 = 8,2^\circ\text{C/Вт}; \quad K_3 = 7,5^\circ\text{C/Вт.}$$

Определяют максимальную температуру поверхности микросборки

по формуле (6) стандарта

$$t_{\text{max}} = 80,8 + 0,565 [27 + 7,5 - 8,2 \cdot \lg(248 \cdot 10^{-6} \cdot 10^5)] = 93,8 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Определяют максимально допустимую удельную мощность рассеяния на поверхности платы при произвольном размещении элементов и компонентов (см.п.2.3 стандарта).

Результаты расчета перепадов температур $\Delta \vartheta_{\text{ни}}$ приведены в табл.2. Из табл. 2 выбирают максимальное значение $\Delta \vartheta_{\text{ни}}$

$$\Delta \vartheta_{\text{ниmax}} = 16,77 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

По формуле (7) стандарта рассчитывают величину W_0'

$$W_0' = \min \left\{ \frac{150 - 93,8}{0,72 \cdot 10^{-3}}; \frac{135 - 93,8 - 16,77}{0,72 \cdot 10^{-3}}; \frac{125 - 93,8 - 16,77}{0,72 \cdot 10^{-3}}; \frac{125 - 93,8 - 16,77}{0,72 \cdot 10^{-3}} \right\} = \\ = \min \{ 7,8 \cdot 10^4; 3,4 \cdot 10^4; 2,0 \cdot 10^4; 2,0 \cdot 10^4 \} = 2 \cdot 10^4 \text{ Вт/м}^2.$$

Определяют максимальную удельную мощность рассеяния на основании компонентов (см.п.2.4 стандарта). Результаты расчета удельных мощностей рассеяния $W_{\text{ни}}$ приведены в табл.2. Из табл.2 выбирают максимальное значение $W_{\text{ни}}$

$$W_{\text{ниmax}} = 2,6 \cdot 10^4 \text{ Вт/м}^2.$$

Проверяют возможность произвольного проектирования топологии микросборки в соответствии с пп.2.5 и 2.6 стандарта. Так как $W_{\text{ниmax}} > W_0'$, то для обеспечения заданного теплового режима необходимо руководствоваться требованиями раздела 3 стандарта.

Рассчитывают максимально допустимую удельную мощность рас-

сеяния на поверхности платы при наличии зон защиты по программе, приведенной в ^{рекомендуемом} обязательном приложении 2. Величина $W_0'' = 7,8 \cdot 10^4$ Вт/м².

Выбирают по ОСТ4 ГО.010.043 ²²⁰ варианты установки компонентов (см.п.3.4 стандарта) и определяют расстояния от границ компонента до границ установочного места (см.п.3.5 стандарта). Величины $A_{1i}, A_{2i}, A_{3i}, A_{4i}$ приведены в табл. 3.

Таблица 3

Позиционное обозначение компонента	Расстояния от границ компонента до границ его установочного места на плате, м · 10 ³			
	A_{1i}	A_{2i}	A_{3i}	A_{4i}
VI	0	0	0	0
V2	0,25	0	0,1	1,05
V3	0	0,15	0	1,10

Рассчитывают размеры зон защиты по программе, приведенной в ^{рекомендуемом} обязательном приложении 2. Расчетные размеры зон защиты приведены в табл.4.

Проектируют топологию микросборки (чертеж). При этом для компонентов V_1 и V_2 соблюдена необходимая ширина зон защиты, а для компонента V_3 выбранные при проектировании топологии величины $A_{11} = 0,4$ мм, $A_{33} = 0,4$ мм меньше расчетных значений.

Топология микросборки

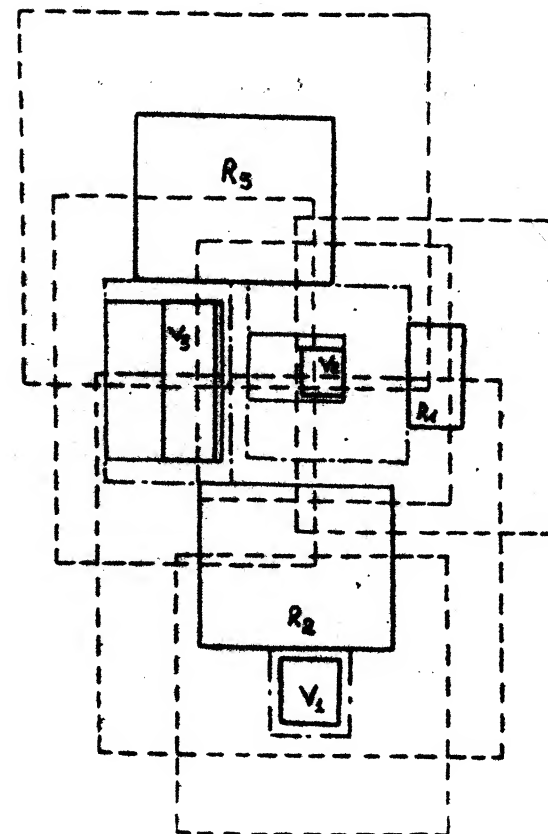


Таблица 4

Позиционное обозначение компонента	Расчетные размеры зон защиты, м·10 ³			
	A _{11i}	A _{22i}	A _{33i}	A _{44i}
VI	0,20	0,20	0,20	0,20
V2	1,05 1,25	1,20	1,10	1,05
V3	0,60 0,40	0,35 0,35	0,60 0,40	1,10

Проверяют выполнение условия $W_{\text{max}} < W_0''$ (см. п.3.7 стандарта). Удельные мощности резисторов W_{ei} рассчитывают по формуле (13) стандарта.

Исходные данные для расчета W_{ei} и результаты расчета приведены в табл. 5.

Таблица 5

Позиционное обозначение резистора	Размеры резистора м·10 ³		Мощность рассеяния резистора P_i , Вт	Удельная мощность рассеяния резистора W_{ei} , Вт/м ² ·10 ⁴
	l_{xi}	l_{yi}		
R1	1,9	1,5	0,148	5,19
R2	3,2	3,8	0,152	1,25
R3	3,2	3,8	0,180	1,48

Из табл. 5 выбирают максимальное значение W_{max} .

$$W_{\text{max}} = 5,19 \cdot 10^4 \text{ Вт/м}^2.$$

Так как $W_{\text{Rmax}} < W_0'' = 7,8 \cdot 10^4 \text{ Вт/м}^2$, но при проектировании топологии не выдержана необходимая ширина зон защиты, то в соответствии с п.3.8 стандарта необходимо проверить соответствие температур элементов и компонентов микросборки заданному тепловому режиму.

последовательности.

Исходными данными для расчета температур элементов и компонентов микросборки (см. п.1.3 стандарта) являются:

количество элементов и компонентов в микросборке $N = 6$;

длина платы $DX = 16,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$;

ширина платы $DY = 15 \cdot 10^{-3} \text{ м}$;

координаты центров элементов и компонентов микросборки приведены в табл.6;

Таблица 6

Порядковый номер элемента и компонента	Позиционное обозначение элемента и компонента	Координаты центра элемента и компонента м·10 ³	
		X_i	Y_i
1	R1	6,40	10,30
2	R2	10,15	7,40
3	R3	3,15	6,10
4	VI	12,55	7,60
5	V2	6,40	7,90
6	V3	6,65	5,25

размеры и мощности рассеяния элементов и компонентов микросборки приведены в табл. I и 5.

Рассчитывают температуры элементов и компонентов микросборки по программе, приведенной в ^{рекомендуемом} обязательном приложении I. Результаты расчета приведены в табл. 7.

Таблица 7

Номер элемента и компонента	Температура, °C
I	117,088
2	101,341
3	102,674
4	107,755
5	116,701
6	108,046

Расчет по методике, приведенной в разделе 4, проводится следующим образом.

По табл.2 стандарта определяют, что массив и график функции FA приведены в справочном приложении 6.

В соответствии с п.4.4 стандарта на чертеже вычерчивают зоны влияния тепловыделяющих элементов (показаны пунктиром).

Рассчитывают величины ψ_i' (см.п.4.5 стандарта). Результаты расчета ψ_i' приведены в табл.8.

Проверяют выполнение условий $B_{2i} > (0,002 - \omega_{0i})/2$ и $B_{2i} > (0,002 - S_{0i})/2$ (см.п.4.6 стандарта). Так как оба условия выполняются для всех элементов и компонентов, то $\psi_{i-6}'' = 0$.

Рассчитывают перегревы ψ_{ij} в соответствии с п.4.7. Результаты расчета ψ_{ij} приведены в табл. 8. Там же указаны области источников, для которых рассчитывались величины ψ_{ij} .

Таблица 8

Порядковый номер тепло-выделяющего элемента и компонента i	Перегревы, создаваемые тепловыделяющими элементами и компонентами: собственные ψ_i' и на остальных j -х тепловыделяющих элементах и компонентах ψ_{ij} , °C					
	I	2	3	4	5	6
I	23,92	0	0	0	0,89* граница	0
2	0	8,06	0	0,92* центр	0	0,07* центр
3	0	0	9,55	0	0,15 центр	0,12* центр
4	0	2,37* граница	0	9,80	0	0
5	0,02* граница	0	0	0	5,94	0
6	0	0,01 центр	0	0	0	4,20

В соответствии с п. 4.8 стандарта определяют перегревы ψ_{ij} элементов и компонентов микросборки, создаваемые тепловым влиянием других элементов и компонентов. Перегревы

обозначены в табл. 8 знаком *.

Определяют величину $t_{эmax}$ (см.п.4.9 стандарта). Суммарная площадь, занимаемая на поверхности тепловыделяющими элементами и компонентами, $S_n = 32,42 \cdot 10^{-6}$ м.

$$t_{эmax} = 80,8 + 0,565 \cdot [27 + 7,5 - 8,2 \cdot \lg(32,42 \cdot 10^{-6} \cdot 10^6)] = 93,25^\circ\text{C}.$$

Определяют температуры элементов и компонентов микросборки в соответствии с п. 4.10 стандарта. Результаты расчета приведены в табл. 9.

Таблица 9

Порядковый номер элемента и компонента	Температура t_i , °C
1	117,19
2	103,68
3	102,80
4	108,05
5	116,85
6	108,05

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	2
2. ОЦЕНКА ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА МИКРОСБОРОК	8
3. ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ ТОПОЛОГИИ	9
4. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУР ЭЛЕМЕНТОВ И КОМПОНЕНТОВ МИКРОСБОРОК	13
Рекомендуемое Обязательное приложение 1. ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУР ЭЛЕМЕНТОВ И КОМПОНЕНТОВ МИКРОСБОРОК	23
Рекомендуемое Обязательное приложение 2. ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ЗОН ЗАЩИТЫ И МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЙ УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТИ РАССЕЯНИЯ	32
Справочное приложение 3. ГРАФИК И МАССИВ ЗНАЧЕНИЙ ФУНКЦИИ FA ($h_n = 1,2 \cdot 10^{-3}$ м; $\lambda_n = 13,4$ Вт/(м·°C))	42
Справочное приложение 4. ГРАФИК И МАССИВ ЗНАЧЕНИЙ ФУНКЦИИ FA ($h_n = 0,5 \cdot 10^{-3}$ м; $\lambda_n = 29,2$ Вт/(м·°C))	49
Справочное приложение 5. ГРАФИК И МАССИВ ЗНАЧЕНИЙ ФУНКЦИИ FA ($h_n = 0,6 \cdot 10^{-3}$ м; $\lambda_n = 1,46$ Вт/(м·°C); $h_k = 0,2 \cdot 10^{-3}$ м; $\lambda_k = 0,3$ Вт/(м·°C))	56

Справочное приложение 6. ГРАФИК И МАССИВ
ЗНАЧЕНИЙ ФУНКЦИИ FA

($h_n = 0,6 \cdot 10^{-3}$ м; $\lambda_n = 1,46$ Вт/(м $^{\circ}$ С);

$h_k = 0,2 \cdot 10^{-3}$ м; $\lambda_k = 0,65$ Вт/(м $^{\circ}$ С))

63

Справочное приложение 7. ГРАФИК И МАССИВ
ЗНАЧЕНИЙ ФУНКЦИИ FA

($h_n = 0,5 \cdot 10^{-3}$ м; $\lambda_n = 13,4$ Вт/(м $^{\circ}$ С);

$h_k = 0,2 \cdot 10^{-3}$ м; $\lambda_k = 0,9$ Вт/(м $^{\circ}$ С))

70

Обязательное приложение 8. ПРОГРАММА ДЛЯ
РАСЧЕТА МАССИВА ЗНАЧЕНИЙ ФУНКЦИИ FA

77

Справочное приложение 9. ПРИМЕР ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА МИКРОСБОРКИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

90

Лист регистрации изменений

Изм.	Стр. (листы)	Номер изве- дения	Подпись	Дата	Изм.	Стр. (листы)	Номер изве- дения	Подпись	Да- та
1	26,31 36,38 41,94 96,94	15845		16.06 81					
2	05, 1, 2 6, 12, 13, 23, 32, 47, 94, 101, 102	413021		26.03 80					
3	26-31, 36-39, 41, 80-86, 23, 24, 32, 34, 35, 40, 77, 78, 79, 87, 88, 89, 90	③		28.05 87					
4	6608? 11.2 1.3 3.7	н4		14.04 89					
5	обс. уч. кто 04.03.89			04.03 89					